

Pembuatan Karbon Aktif melalui Karbonisasi Batang Kelapa Sawit

Delviana Dwi Jaya, Miftahul Khair*

¹ Department of Chemistry, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang, West Sumatera Indonesia Telp. 0751 7057420

*miftah@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Providing low cost activated carbon from oil palm trunk waste is beneficial to compete with low cost non halal sources. This research aims to produce low cost and easy preparation of activated carbon from oil palm trunks with employ carbonization process only. With optimum carbonization temperature of 250 °C for 150 minutes heating time, the results of carbonization of oil palm trunk could fulfil the proximate analysis (yield, air content, ash content, carbon content and iodine numbers) required by Indonesian National Standard SNI 06-3730-1995 for activated carbon. The proximate analysis obtained are yield of 50.95%, air content of 5.71%, ash content 6.57%, carbon content of 18.55%, carbon content increased of 74.88% and numbef rs iodine of 401,6537 mg/g.

Keywords : oil palm trunk, activated carbon, proximate analysis

I. PENDAHULUAN

Air minum adalah kebutuhan utama manusia. Meminum air yang halal adalah aspek krusial bagi kaum muslim. Produksi air minum kemasan melibatkan pengambilan air dari sumber pegunungan lalu diikuti dengan pengolahan fisika atau kimia, untuk mendapatkan air minum yang bersih dan berkualitas. Titik kritis halal terdapat pada proses penyaringan menggunakan bahan karbon aktif. Karbon aktif bisa dibuat dari kotoran babi¹ dan tulang babi²³ yang dipakai untuk pemurnian air².

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang berperan penting di Indonesia selaku negara penghasil minyak nabati dunia. Namun batang kelapa sawit tua paska produk masih merupakan hasil sampingan yang belum diberdayakan secara ekonomis. Memanfaatkan limbah kelapa sawit sebagai sumber karbon aktif akan mengatasi masalah limbah kelapa sawit yang ditinggalkan di ladang atau dibakar sehingga nantinya bisa berkontribusi bagi perekonomian dengan mengubahnya menjadi produk yang berharga.

Limbah biomassa kayu kelapa sawit memiliki kandungan senyawa hidrokarbon yang tinggi yaitu lignin (12,50%), selulosa (25,88%), hemiselulosa (16,40%), holoselulosa (12,28%) dan pentosa (10,06%) yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif⁴.

Batang kelapa sawit banyak dijadikan sebagai kayu lapis (ply-wood), tapi tidak cocok untuk sumber energi sebagai bahan bakar arang karena nilai kalornya yang rendah dan kadar abu yang tinggi⁵.

Maka alternatif memanfaatkan batang kelapa sawit sebagai karbon aktif adalah potensial untuk menaikkan nilai ekonomi dari batang kelapa sawit. Proses pengaktifan karbon secara kimia dilakukan dengan cara penambahan senyawa kimia tertentu pada arang seperti H₂O, KCl, NaCl, ZnCl₂,

CaCl₂, MgCl₂, H₃PO₄, Na₂CO₃ dan garam mineral lainnya⁶. Pembuatan karbon aktif dari batang kelapa sawit pernah dilakukan dengan menggunakan aktivasi kimia dengan menggunakan ZnCl₂/CO₂⁷.

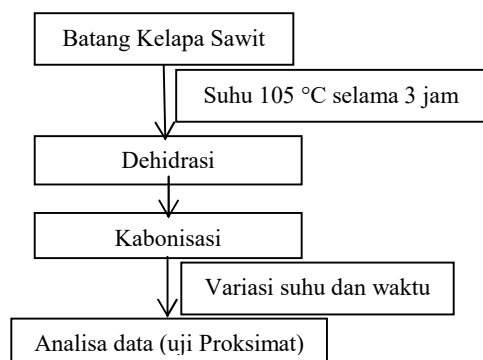
Disamping itu, pengaktifan secara fisika juga merupakan pilihan yang lazim dilakukan dengan cara pembakaran karbon dalam furnace dengan suhu antara 600-900 °C⁸.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karbon aktif dari batang kelapa sawit dengan hanya menggunakan proses pemanasan tanpa aktifasi kimia atau pirolisis bersuhu tinggi, sehingga memenuhi aspek kimia hijau.

II. METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang kelapa sawit yang diperoleh dari pabrik kelapa sawit PT. Selago Makmur Plantation, Dharmasraya, Sumatera Barat. Larutan Iodin (I₂), Natrium Tiosulfat (Na₂S₂O₃.5H₂O), Amilum dan akuades. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, furnace, desikator, ayakan, rocklab, tempat pendidih air, erlenmeyer, buret, pipet volume, pipet takar, oven, gunting, plastik bening, karet dan Kertas saring. Batang kelapa sawit hasil preparasi dimasukkan kedalam furnace untuk di karbonisasi dengan variasi suhu dan lama karbonisasi dan didiamkan selama 3 jam pada desikator. Variasi suhu karbonisasi yang digunakan adalah 250, 300 dan 350 °C dengan waktu 60, 90, 120 dan 150 menit untuk masing-masing suhu karbonisasi kemudian dia ayak dengan ukuran 150 µm. Proses penelitian secara besar ditunjukkan pada gambar 1, yaitu digram alir pembuatan karbon dari batang kelapa sawit diperlihatkan pada gambar dibawah ini



Gambar 1 : Skema alur penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan karbon aktif dari batang kelapa sawit hasil preparasi terdiri dari 3 tahap yaitu tahap dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi.

A. Tahap Dehidrasi

Tahap dehidrasi bertujuan untuk menghilangkan air agar pada saat tahap karbonisasi tidak terlalu banyak menghasilkan asap selama pemanasan. Tahap dehidrasi dilakukan dengan cara memanaskan pada temperatur sedikit diatas titik didih air yaitu 105°C hingga berat sampel konstan. Pada tahap ini terjadi perubahan fisik pada bahan baku yaitu bentuk sampel menjadi kering dan warna menjadi kuning pucat. Setelah proses penguapan uap air sampel menjadi ringan ⁹.



(a) (b)

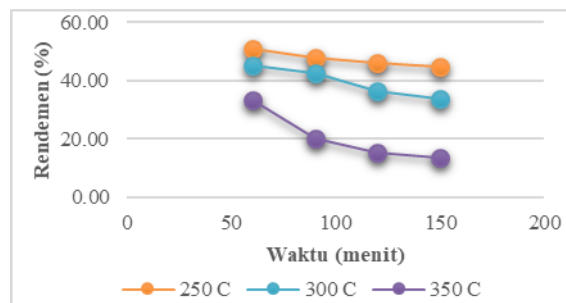
Gambar 2. Sampel (a) batang kelapa sawit hasil peremajaan (b) setelah dipreparasi

B. Tahap Karbonisasi

Proses karbonisasi dilakukan pada variasi suhu 250, 300 dan 350°C selama 60, 90, 120 dan 150 menit. Pada suhu tersebut dianggap kandungan air serta senyawa lain yang mudah menguap sudah hilang sehingga terbukanya pori-pori karbon. Proses ini menghasilkan pori-pori tetapi jumlahnya masih relatif sedikit, juga mengalami perubahan bentuk dan warna. Prinsip karbonisasi disini adalah proses pengurangan tidak sempurna dari bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas sehingga menghasilkan karbon. Proses pengurangan menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan kayu kelapa sawit seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin menjadi struktur karbon berupa grafit heksagonal ⁹. Proses karbonisasi meliputi uji analisa proksimat diantaranya adalah rendemen, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan kadar karbon terikat serta uji bilangan iodin.

1. Rendemen

Hasil yang didapatkan pada proses karbonisasi dapat dilihat pada uji analisa proksimat karbon dihasilkan pada variasi suhu dan waktu karbonisasi. Rendemen hasil karbonisasi dapat dilihat pada gambar 3.



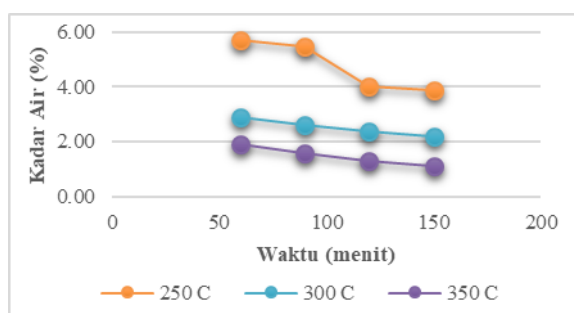
Gambar 3. Pengaruh rendemen terhadap suhu dan waktu karbonisasi.

Rendemen arang dihasilkan dari masing-masing perlakuan berkisar antara 13,31 - 50,95%. Terlihat bahwa semakin tinggi suhu pemanasan semakin kecil rendemen yang dihasilkan dan begitupula semakin lama waktu karbonisasi semakin kecil rendemen yang dihasilkan. Kecenderungan penurunan rendemen pada suhu lebih tinggi dan durasi pemanasan lebih lama dapat dijelaskan dengan terjadinya reaksi komponen karbon pada sampel dengan oksigen (pemanasan tidak dilakukan dalam atmosfer inert/oksigen terbatas). Reaksi lebih lanjut karbon dengan oksigen di udara menghasilkan karbon dioksida menurunkan rendemen karbon hasil karbonisasi.

Rendemen relatif tinggi dengan suhu karbonisasi relatif rendah 250°C ini sejauh pengetahuan penulis, lebih baik dari penggunaan cara lain untuk karbonisasi sampel kayu kelapa sawit, seperti cara karbonisasi-aktivasi CO₂ sampel sejenis dengan suhu 500°C selama 3 jam. Suhu karbonisasi komponen sawit lain juga relatif tinggi, misalnya karbonisasi cangkang kelapa sawit dilaksanakan pada suhu 700°C. Tingginya rendemen tersebut adalah karena tingginya kandungan serat kasar pada limbah batang kelapa sawit seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan sumber utama atom C pada arang aktif. Kandungan selulosa yang terdapat pada limbah batang kelapa sawit cukup tinggi yaitu sebesar 25,88% ¹⁰.

2. Kadar Air

Hasil pengujian kadar air pada variasi karbonisasi dapat dilihat pada gambar 4. Kadar air merupakan senyawa -OH yang masih tersisa saat proses pengurangan berlangsung. Kadar air yang dihasilkan semakin kecil seiring kenaikan suhu serta waktu karbonisasi semakin lama. Hal ini menandakan proses pemanasan mampu menguapkan air yang didalam bahan baku. Nilai kadar air terbesar pada tahap karbonisasi ini yaitu pada suhu 250°C selama 60 menit yaitu sebesar 5,71% yang terkecil pada suhu 350°C selama 150 menit yaitu sebesar 1,09%. Nilai kadar air semakin menurun seiring dengan bertambahnya suhu dan waktu karbonisasi.

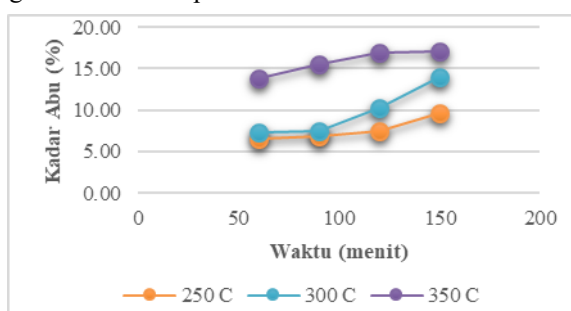


Gambar 4. Pengaruh kadar air terhadap suhu dan waktu karbonisasi.

Hal tersebut dikarenakan struktur dari kandungan bahan dasar dari batang kelapa sawit yaitu glukosa mengalami dekomposisi sehingga gugus -OH hilang akibat pemanasan yang diberikan sehingga nilainya semakin berkurang¹¹.

3. Kadar Abu

Pengujian kadar abu bertujuan untuk melihat hasil pengarangan yang dilakukan pada beberapa variasi suhu dan waktu karbonisasi apakah telah sesuai dengan standart. Terbentuknya arang atau melebihi dan pada akhirnya abu yang dihasilkan saat proses karbonisasi.

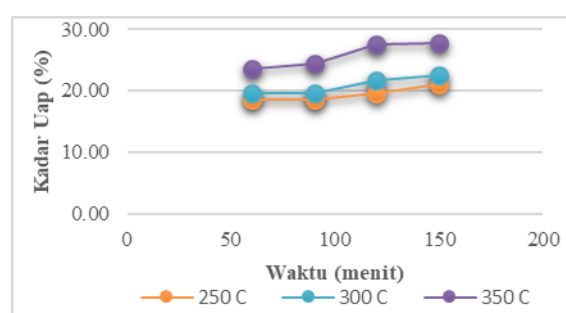


Gambar 5. Pengaruh kadar abu terhadap temperatur dan waktu karbonisasi.

Abu merupakan residu yang tertinggal ketika zat yang mengandung arang telah terbakar pada saat proses pengabuan. Abu tersebut dapat berupa mineral seperti silika dan oksida aluminium, oksida besi, magnesium, dan kalsium¹². Terlihat bahwa hasil yang didapatkan semakin lama waktu karbonisasi kandungan abu yang didapat semakin tinggi begitu pula seiring kenaikan temperatur. Kadar abu yang tertinggi dihasilkan pada temperatur 350°C selama 150 menit yaitu sebesar 17,06% dan yang terendah pada temperatur 250°C selama 60 menit sebesar 6,57%.¹³ menyatakan bahwa kadar abu juga dipengaruhi oleh proses pengarangan. Proses pengarangan yang dilakukan pada ruang terbuka memungkinkan terjadinya kontak dengan udara atau oksigen sehingga proses pembentukan arang menjadi tidak sempurna dan kemungkinan terbentuknya abu menjadi semakin besar.

4. Kadar Uap

Hasil pengujian kadar uap pada variasi karbonisasi dapat dilihat pada gambar 6. Dimana terlihat bahwa kandungan uap yang dihasilkan semakin besar seiring temperatur dinaikan serta waktu karbonisasi semakin lama.

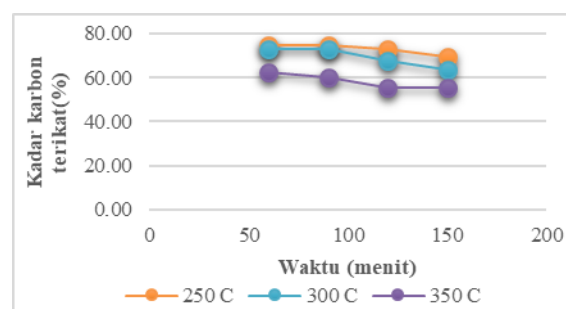


Gambar 6. Pengaruh kadar uap terhadap temperatur dan waktu karbonisasi.

Pengujian kadar zat mudah menguap atau zat terbang bertujuan untuk mengukur kandungan senyawa yang belum menguap pada saat proses karbonisasi tetapi menguap pada suhu diawal ruang hingga sedikit diatas temperatur karbonisasi. Dapat dilihat bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi hasil kadar uap yang didapat semakin tinggi, begitu juga waktu karbonisasi, terlihat nilai kadar uap yang tertinggi pada temperatur 350°C selama 150 menit sebesar 26,67% dan nilai terendah pada temperatur 250°C selama 60 menit sebesar 18,55%. Komponen yang terkandung dalam karbon adalah air, abu, karbon terikat, nitrogen dan sulfur. Selain itu, kenaikan kadar zat mudah menguap seiring dengan lamanya waktu dan temperatur karbonisasi¹⁴.

5. Kadar Karbon Terikat

Hasil pengujian kadar karbon terikat pada variasi karbonisasi dapat dilihat pada gambar 7. Kandungan karbon terikat yang dihasilkan semakin tinggi seiring suhu serta waktu karbonisasi semakin lama, hal ini berkorelasi dengan jumlah kadar abu dan uap yang dihasilkan saat proses karbonisasi.

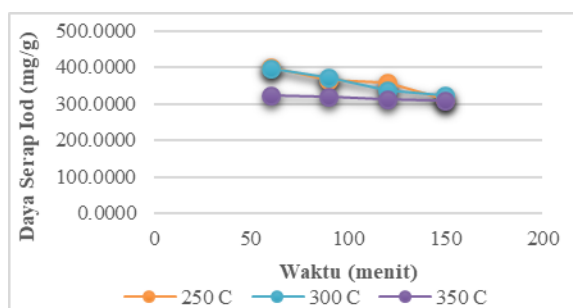


Gambar 7. Pengaruh kadar karbon terikat terhadap temperatur dan waktu karbonisasi.

Kadar karbon terikat merupakan jumlah karbon murni yang terikat dalam arang. Analisis karbon terikat atau karbon aktif murni bertujuan untuk mengetahui jumlah karbon yang tersisa setelah proses karbonisasi. Dapat terlihat bahwa semakin lama waktu dan tinggi temperatur karbonisasi, maka hasil karbon murni yang didapat semakin rendah. Nilai karbon terikat tertinggi dihasilkan pada temperatur 250°C selama 60 menit sebesar 74,88%. Nilai kadar karbon terikat yang dihasilkan saat proses karbonisasi ini juga memenuhi standar kualitas karbon berdasarkan SNI-06-3730-1995 yaitu minimal 65% untuk karbon berbentuk serbuk.

6. Daya Serap Iod

Hasil pengujian daya serap iod pada variasi karbonisasi dapat dilihat pada gambar 8. Terlihat bahwa daya serap iod yang dihasilkan semakin rendah seiring dengan suhu dinaikan serta waktu karbonisasi semakin lama, hal ini berkorelasi dengan jumlah kadar karbon terikat pada karbon.



Gambar 8. Pengaruh daya serap iod terhadap temperatur dan waktu karbonisasi.

Hasil yang didapat pada penentuan daya serap iod dalam variasi karbonisasi. Nilai daya serap iod tertinggi dihasilkan pada temperatur 250°C selama 60 menit sebesar 401,6337 mg/g, hal ini juga terlihat pada jumlah karbon terikat yang dimiliki pada karbon yang mampu menyerap larutan. Tingginya daya serap terhadap iodium memperlihatkan bahwa atom karbon yang terbentuk yang menghasilkan struktur heksagonal, maka kemampuan karbon dalam menyerap iodium pun semakin tinggi¹².

Pada penentuan karakteristik dengan tahap karbonisasi beberapa variasi temperatur dan lama karbonisasi dari uji rendemen, kadar air, kadar abu, kadar uap, karbon terikat dan daya serap iod didapatkan karbon optimum pada temperatur 250°C dan lama karbonisasi 60 menit. Hal ini dilihat dari aspek penyerapan larutan iodium yang maksimal, dan juga jumlah karbon terikat yang saling berkorelasi dengan kadar abu dan uap yang dihasilkan.

C. Tahap Aktivasi

Prinsip tahap aktivasi adalah proses lanjutan dari karbonisasi untuk meningkatkan jumlah pori dan daya adsorpsi karbon aktif. Selama proses karbonisasi masih terdapat beberapa senyawa yang melekat pada karbon sehingga perlu dilakukan proses aktivasi untuk menghilangkan sisa-sisa zat yang masih menutupi pori. Setelah melalui proses aktivasi karbon aktif akan mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia yaitu luas permukaan yang bertambah besar dan pengaruh terhadap daya adsorpsinya¹¹.

Perlakuan aktivasi tidak dilakukan hal ini dikarenakan hasil karbonisasi pada batang kelapa sawit telah memenuhi SNI-06-3730-1995 yaitu pada uji proksimat. Namun pada pengujian daya serap iod masih belum memenuhi standar yaitu minimal 750 mg/g.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa batang kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan

karbon, dengan menggunakan suhu karbonisasi optimum yaitu 250°C dengan waktu 60 menit. Hal ini terlihat dari uji proksimat yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI-06-3730-1995), nilai kadar air yang yang didapatkan pada memenuhi standar yaitu sebesar 5.71%, kadar abu sebesar 6.57%, kandungan karbon terikat sebesar 74,88% dan rendemen 50.95%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Universitas Negeri Padang, melalui pendanaan PNPB 2019.

REFERENSI

- Lima, I. M. & Marshall, W. E. Production of granular activated carbons from pig manure for metal ions adsorption. *J. Residuals Sci. Technol* **4**, 9–16 (2007).
- Wei, S., Li, D., Huang, Z., Huang, Y. & Wang, F. High-capacity adsorption of Cr(VI) from aqueous solution using a hierarchical porous carbon obtained from pig bone. *Bioresour. Technol.* **134**, 407–411 (2013).
- Huang, W., Zhang, H., Huang, Y., Wang, W. & Wei, S. Hierarchical porous carbon obtained from animal bone and evaluation in electric double-layer capacitors. *Carbon N. Y.* **49**, 838–843 (2011).
- Daud, M., Makassar, U. M., Syafii, W. & Syamsu, K. Pemanfaatan Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Menjadi Bioetanol dengan Perlakuan Pendahuluan Menggunakan Proses Kraft. *Dep. Teknol. Ind. Pertanian. Inst. Pertan. Bogor* (2013).
- Lim, K. O. & Lim, K. S. Carbonisation of oil palm trunks at moderate temperatures. *Bioresour. Technol.* **40**, 215–219 (1992).
- Abubakar Tadda, M. et al. A review on activated carbon: process, application and prospects PEATLAND HYDROLOGY View project Investigation on performance analysis of triple effect solar still coupled with evacuated tubes View project Journal of Advanced Civil Engineering Practice an. *Journal of Advanced Civil Engineering Practice and Research* **2**, (2016).
- Hussein, M. Z., Zainal, Z., Ibrahim, R., Kheong, K. K. & Muhammad, B. The preparation of activated carbons from chips of oil palm trunk catalysed by ZnCl₂ /CO₂: Surface area and porosity studies. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* **64**, 35–40 (1995).
- Tajalli, A. B i o m a s s a I. (2015).
- Tang, M. M. & Bacon, R. Carbonization of cellulose fibers-I. Low temperature pyrolysis. *Carbon N. Y.* **2**, 211–220 (1964).
- ปัญญาณีจักร์. Preparation of Activated Carbon From. **1**, 119–128 (2012).
- Kristianto, H. Review: Sintesis Karbon Aktif Dengan Menggunakan Aktivasi Kimia ZnCL₂. *Integrasi* **6**, 104–111 (2017).
- Marsh, H. & Rodríguez-Reinoso, F. *Activated Carbon. Elsevier Science & Technology Books* (2006). doi:10.1016/B978-008044463-5/50018-2
- Dan, S., Karbon, K., Dari, A. & Po, P. H. LIMBAH BAMBUI MENGUNAKAN AKTIVATOR ASAM. 741–746 (2016).
- Ahmad, A. L., Mm, S., Sebuah, L. & Aziz, J. A. Pembuatan dan karakterisasi karbon aktif dari kelapa sawit kayu dan evaluasi pada Methylene adsorpsi biru. **75**, 263–272 (2007).